



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

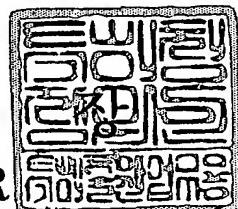
This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : Application Number 10-2003-0052239  
출원년월일 : Date of Application 2003년 07월 29일  
JUL 29, 2003  
출원인 : Applicant(s) 안희태 외 1명  
AHN, Heui Tay, et al.

2004 년 08 월 25 일

특허청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

|            |  |   |          |
|------------|--|---|----------|
| 【서류명】      | 특허출원서  |   |          |
| 【권리구분】     | 특허   |   |          |
| 【수신처】      | 특허청장   |   |          |
| 【제출일자】     | 2003.07.25   |   |          |
| 【발명의 명칭】   | 초음파 신호에서 주파수 분리를 이용한 거리측정 방법 및 장치  |   |          |
| 【발명의 영문명칭】 | Distance Measuring Method and Device by Frequency Separation with Ultrasonic |   |          |
| 【출원인】      |  |   |          |
| 【성명】       | 안희태  |   |          |
| 【출원인코드】    | 4-1998-043071-7  |   |          |
| 【출원인】      |  |   |          |
| 【성명】       | 이동활  |   |          |
| 【출원인코드】    | 4-1998-042510-6  |   |          |
| 【발명자】      |  |   |          |
| 【성명】       | 안희태  |   |          |
| 【출원인코드】    | 4-1998-043071-7  |   |          |
| 【발명자】      |  |   |          |
| 【성명】       | 이동활  |   |          |
| 【출원인코드】    | 4-1998-042510-6  |   |          |
| 【취지】       | 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 출원인<br>안희태 (인) 출원인<br>이동활 (인)                 |   |          |
| 【수수료】      |  |   |          |
| 【기본출원료】    | 17   | 면 | 29,000 원 |
| 【가산출원료】    | 0  | 면 | 0 원      |
| 【우선권주장료】   | 0  | 건 | 0 원      |
| 【심사청구료】    | 0  | 항 | 0 원      |
| 【합계】       | 29,000 원   |   |          |
| 【감면사유】     | 개인 (70%감면)   |   |          |
| 【감면후 수수료】  | 8,700 원  |   |          |

### 【요약서】

#### 【요약】

초음파를 이용하여 거리를 측정하는 종래의 방법으로 일정 크기 이상의 신호을 처리하는 것이 일반적이며 최대 진폭 신호을 추출하는 방법도 있다. 이러한 방법은 주변 잡음 이하의 신호에 대해서는 적용이 불가능하다.

본 발명에서는 수신된 초음파 신호를 충분히 증폭하고 불필요한 신호와 섞여 있는 초음파 신호의 고유 주파수를 분리하여 최초 펄스의 도착 신호를 추출한다.

이를 위해 본 발명에서는 초음파을 이용한 거리측정 방법에 있어서, 고유 주파수를 갖는 초음파 펄스를 송출하는 단계; 상기 송출된 초음파 펄스를 수신하는 단계; 상기 수신된 신호를 증폭하는 단계; 상기 증폭된 신호를 아날로그 필터 회로을 거쳐 불필요한 주파수를 약화시키는 단계; 상기 필터된 신호를 다시 증폭하는 단계; 상기 증폭된 신호를 디지털 수치로 변환하는 단계; 및 상기 변환된 수치를 이동평균을 이용하여 상기 초음파 펄스의 주파수 성분을 추출하여 최초 펄스의 도착 시간을 구하는 단계를 포함하여 거리를 측정한다.

#### 【대표도】

도 4

#### 【색인어】

거리 측정, 초음파, 주파수

### 【명세서】

#### 【발명의 명칭】

초음파 신호에서 주파수 분리를 이용한 거리측정 방법 및 장치{Distance Measuring Method and Device by Frequency Separation with Ultrasonic}

#### 【도면의 간단한 설명】

도 1은 (종래) 에코 펄스의 제 1 제로 크로싱의 포착 상태(picking)를 도시하는 도면.

도 2는 동일한 타겟에 대하여 상이한 전파 속도의 매질(대기)을 통해 전파된 후 종래의 수신 회로에 의해 수신된 3개의 에코 펄스를 도시하는 도면.

도 3은 본 발명에 의한 측정 데이터 일예.

도 4는 본 발명에 의한 측정 데이터 처리 일예.

#### 【발명의 상세한 설명】

#### 【발명의 목적】

#### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <5> 초음파를 이용하여 거리 측정을 하는 방법에는 (1)일정 크기 이상의 신호을 처리하는 것이 일반적이며 (2)최대 진폭 신호을 추출하는 방법도 있다.
- <6> 종래의 방법 중 상기 (1)의 방법에 대해 상술하면 다음과 같다.
- <7> 거리 측정을 위한 초음파 사용은 종래에 공지되어 있다. 최초 시간( $T_0$ )에서 초음파 펄스가 타겟으로 향하여 전파된다. 최종 시간( $T_1$ )에서는 타겟으로부터 반사되어 오는 에코 펄스가 검출된다. 왕복 주행 시간( $T_1-T_0$ )을 상기 펄스가 전파되는 매질에서의 소리 속도로 곱하면 타겟까지의 거리의 2배가 된다.

- ▶ 이러한 거리 측정 방법은, 도 1에 도시된 바와같이, 불확실한 몇 가지 원인에 의해 곤란하게 된다.
- ▶ 도 1은, 에코가 발신된 지점으로 복귀하는 시간( $T_1$ )을 구함에 있어서 2개의 오류 원인을 도시하고 있다. 에코 파형(10)은, 참조 번호(12)로 표시된 RMS 진폭 레벨을 갖는 환경(ambient) 잡음의 배경에서 검출되고 있다. 실제 측정되는 초음파 에너지가 잡음이 아닌 에코 펄스인지를 확실하게 하기 위해서, 수신 신호를 그 진폭이 환경 잡음보다 현저하게 높게 되어 있는 임계값(14)을 초과할 때까지 무시한다. 잡음 진폭 레벨(12)을 초과하는 제 1 검출 진폭에 후속하는 제로 크로싱(16)의 시간( $T_2$ )이  $T_1$ 의 측정값으로서 사용되고 있다. 도 1에서 알 수 있듯이,  $T_2$ 는 2개의 에러 소스를 포함하고 있다. 즉, 진폭이 임계값(14) 보다 작아 무시되는 파형(10)(이 예에서는, 2 주기의 파형(10))의 초기 부분과, 임계값(14) 이상이나 신호의 온셋(onset) 보다도 지연되는 시간( $T_2$ )에서의 제로 크로싱이다. 이들 에러 소스는 짧은 범위에 서는 매우 중요한 것이다.
- <10> 또 다른 에러 소스는 전파 매질을 통한 소리 속도가 예측할 수 없게 변화할 수 있다는 사실과 관련되어 있다. 예컨대, 전파 매질이 공기인 경우, 소리의 속도는, 소리 전파 경로에서의 기압파, 온도, 및 습도에 의존한다. 소리의 전파 경로에서의 대기가 균등하다면, 그 때의 측정 디바이스는 압력, 온도, 및 습도의 변화의 보상을 위해서 사용되는 압력, 온도, 및 습도의 검출(reading)을 제공하기 위해 압력, 온도, 및 습도 센서를 구비할 수 있다. 그러나, 전파 매질의 균등하다는 것을 보장할 수는 없다.
- <11> 따라서, 대기 잡음과 기준에 주지된 방법 보다 소리 속도의 변화에 영향을 받지 않는 거리 측정 방법에 대한 필요가 널리 인식되고 있으며, 그러한 방법을 구현한다면 매우 유리할 것이다.

- 12> 종래의 방법 중 상기 (2)의 방법에 대해 상술하면 다음과 같다.
- 13> 타겟까지의 거리를 측정하기 위한 방법에 있어서, (a) 초음파 펄스를 타겟으로 향해 송출하는 단계, (b) 진폭 엔벨로프를 갖는 에코 펄스를 상기 타겟으로부터 수신하는 단계, (c) 최대 진폭 엔벨로프의 도착 시간을 포함하는 거리 측정 방법이 제공된다.
- 14> 상기 (2)의 방법에 의하면, 초음파 거리 측정기에 있어서, (a) 초음파 펄스 송출기, (b) 상기 펄스의 에코에 응답하는 센서, (c) 상기 센서로부터 신호를 수신하는 증폭기, (d) 상기 증폭기로부터 신호를 수신하는 최대 진폭 검출기, 및 (e) 상기 송출기 및 수신기에 동작 가능하게 접속되어 있는 타이머를 구비하며, 상기 초음파중 한 초음파의 송출과 상기 최대 진폭 검출기의 응답 간의 시간 지연을 측정하는 초음파 거리 측정기가 제공된다.
- 15> 상기 (2)의 방법이 근본으로 하는 원리는 도 2에 도시되어 있다. 압전식인지 또는 주자성 인지에 무관하게, 초음파 에코를 검출하기 위해 사용되는 센서 전체는 초음파 에너지의 온셋(onset)에 비선형적으로 응답한다. 이들 센서는 응답시간이 저 에너지 신호의 경우보다 고에너지 신호의 경우에 보다 짧게 되어 있는 것을 특징으로 하고 있다. 또한, 공기를 통해 전파되는 에코 펄스의 에너지 레벨은 전파 속도와 상반되게 가변하는 경향이 있다. 즉, 소정의 전파 에너지 레벨에 대해서, '슬로우(slow)' 공기를 통해 반사되어 돌아오는 에코 펄스가 '패스트(fast)' 공기를 통해 반사되어 돌아오는 에코 펄스보다 높은 에너지를 갖는 경향이 있다. 도 2는 수신 회로에 의해 수신된 바와같은, 3개의 상이한 전파 속도를 갖는 공기를 통해 타겟으로 향하는 3개의 에코 펄스를 도시하고 있다. 에코 펄스(20)는 '패스트' 공기를 통해 반사되어 오는 것이다. 에코 펄스(30)는 '평균' 공기를 통해서 반사되어 오는 것이다. 이에 따라서, 펄스(20,30,40)의 최초 도착 시간은, 도시된 바와같이, 상이하다. 그러나, 펄스(40)는 펄스(30) 보다 높은 에너지

를 가지고 있고, 펠스(30)는 펠스(20) 보다 높은 에너지를 가지고 있으며, 수신 센서는 펠스(30)에 대해서 보다는 펠스(40)에 대해 빠르게 응답하고, 펠스(20)에 비해서 펠스(30)에 대해 보다 빠르게 응답한다. 이에 따라, 펠스의 진폭 엔벨로프, 즉 펠스(20)의 엔벨로프(22), 펠스(30)의 엔벨로프(32), 펠스(40)의 엔벨로프(42)는 개략 동일한 시간에서 최대의 값을 갖는다. 그 때문에, 수신된 에코 펠스의 진폭 엔벨로프의 최대값의 포착을 토대로 하는 거리 측정이 소리의 속도에서의 변화에 비교적 영향을 적게 받게 된다. 또한, 일반적으로 최대 진폭이 대기 잡음 레벨을 훨씬 초과하게 되므로, 본 발명에 의한 방법에서는, 에코 펠스의 최초의 제로 크로싱의 포착과 관련된 시스템 에러를 회피할 수 있다.

- 16> 진폭 엔벨로프의 최대값이 신뢰성있게 포착되도록 하기 위해, 에코 펠스는 수신 센서의 응답 시간 보다 짧은 것이 좋다. 펠스가 길면, 진폭 엔벨로프가 최대가 되는 위치가 불분명해지는 경향이 있다. 수신 센서가 에코 펠스의 길이 보다도 짧은 응답 시간을 갖는다면, 밴드 패스 필터 등 적합한 비선형 소자를 수신 회로내 포함시키는 것에 의해, 펠스 길이 보다도 긴 유효한 응답 시간을 준비할 수 있다.
- 17> 상기 (2)의 방법이 근본으로 하는 센서의 응답은 센서의 타입에 따라 변하기 때문에, 본 발명의 원리에 의해 제조된 거리 측정 장치는, 주지의 거리의 교정 타겟을 향하여 초음파 펠스를 전파하고 수신된 에코 펠스의 최대 진폭의 시간을 측정하는 것에 의해 교정될 필요가 있다. 이러한 교정은, 각 교정 거리에서, 수신 회로의 새추레이션(saturation) 레벨에 약간 미치지 못하는 수신 회로에서의 증폭 레벨의 측정을 포함하고 있으며, 이에 의해 거리에 대한 최적의 증폭 레벨의 테이블이 제공된다. 실제 사용에 있어서, 본 발명의 거리 측정기는 적어도 2개의 전파 펠스를 사용하여 타겟에 대한 거리를 측정하고 있다. 제 1 펠스는 타겟에 대한 거리의 개략적인 추정(rough estimate)을 얻기 위해 사용되고 있다. 이 추정값에 일치하도록 증폭 레

벨이 조정되므로, 수신 회로의 새추레이션이 없이 최대 에코 엔벨로프를 구하기 위해서, 가능한 큰 진폭이 사용될 수 있다. 다음에, 실제 거리 측정을 위해서, 제 2 펄스가 송출된다.

- 8> 대안적으로는, 수신된 에코 펄스 신호가 수신 회로를 새추레이션 상태로 하는 경우에 수신기의 증폭도를 저감하기 위해, 진폭 측정 및 피드백 기구가 제공될 수 있다.
- 9> 이와 같이 상기 (2)의 방법은 복잡한 절차를 필요로 하고 있다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- 10> 수신된 초음파 신호를 충분히 증폭하고 불필요한 신호와 섞여 있는 초음파 신호의 고유 주파수를 분리하여 최초 펄스의 도착 신호를 추출한다.
- 11> 주파수를 분리하는 방법은 밴드패스필터, 이동평균 등과 같은 여러가지 방법이 적용된다

#### 【발명의 구성】

- 22> 본 발명은 초음파을 이용한 거리측정 방법에 있어서, 고유 주파수를 갖는 초음파 펄스를 송출하는 단계; 상기 송출된 초음파 펄스를 수신하는 단계; 상기 수신된 신호를 증폭하는 단계; 상기 증폭된 신호를 아날로그 필터 회로을 거쳐 불필요한 주파수를 약화시키는 단계; 상기 필터된 신호를 다시 증폭하는 단계; 상기 증폭된 신호를 디지털 수치로 변환하는 단계; 및 상기 변환된 수치를 수치해석을 이용하여 상기 초음파 펄스의 주파수 성분을 추출하여 최초 펄스의 도착 시간을 구하는 단계를 포함하는 거리측정 방법이다.
- 23> 상기 초음파 펄스는 고유 주파수를 가지며, 상기 고유 주파수와 다른 주파수 특성을 갖는 잡음과 섞인 상태에서 상기 초음파 펄스의 고유주파수를 분리하여 상기 분리된 초음파 펄스 중에서 가장 먼저 수신된 초음파 펄스의 도착 시간을 거리로 환산한다.

- ▷ 종래의 방법중 일정 크기 이상의 신호를 이용하는 경우, 신호의 진폭이 잡음 이상의 수준으로 강한 경우에 측정이 가능하므로 잡음으로 인해 신호를 증폭하는 것은 한계가 있었다. 그리고 잡음 수준의 신호는 측정에서 제외 되므로 초기 신호의 약한 신호는 잡음에 묻혀 구분이 불가능하므로 소실된 초기 신호의 갯 수 만큼 측정 오차는 커지게 된다. 이에 반해 본 발명은 잡음의 크기에 영향을 받지 않으므로 잡음과 함께 신호를 충분히 증폭할 수 있다.
- 5> 종래의 방법중 최대진폭을 이용하는 경우에는 수신된 신호의 진폭이 일정 수준을 유지해야 하므로 수신 신호의 크기에 따라 증폭율을 달리해야 하는 복잡한 과정이 필요하며 이 방법 역시 잡음 수준 이상의 증폭은 불가능하다.
- 16> 본 발명은 잡음과 초음파 신호의 주파수 특성이 다른 점을 이용하므로 신호의 증폭에 제한이 없다. 따라서 잡음과 미약한 초음파 신호를 함께 증폭하고 충분히 강한 신호 중에서 초음파 신호의 고유 주파수를 분리하여 그 중에서 최초의 펄스를 복원하기 때문에 장거리 측정에 따르는 미약한 신호에서도 잡음과 무관하게 초음파 신호를 측정할 수 있다. 또한 수신 신호의 크기에 무관하게 최대 증폭율을 유지할 수 있으므로 장치가 단순하다.
- 27> 초음파 발신은 특정 주기의 펄스를 8개 발신한다.
- 28> 수신된 초음파 신호는 컨텐서를 거쳐 2회 증폭되며 증폭율은 발진이 수반되므로 제한된다.
- 29> 따라서 증폭된 상기 신호는 신호의 고유 주파수을 최대한 보호하는 취지에서 다른 주파수를 감쇄시키는 필터를 거친다.
- 30> 필터를 거친 상기 신호는 다시 충분히 증폭한다.

- <1> 증폭된 상기 신호는 아날로그-디지털 변환기를 거쳐 디지털 컴퓨터에서 처리할 수 있는 디지털 수치로 변환된다.
- <2> 디지털 신호 처리기에서는 이동평균, 컨벌루션, FFT 와 같은 수치해석을 이용하여 초음파 신호의 고유주파수를 추출한다.
- <3> 도 3은 측정 신호의 일예를 보여준다.
- <4> 이 신호는 신호크기 또는 최대진폭 검출과 같은 종래의 방법으로는 식별이 불가능한 잡음과 유사한 미약한 신호이다.
- <5> 도 4는 상기 측정신호를 수치해석을 거친 신호이다.
- <6> 주파수를 나타내는 주기가 식별가능하다.
- <7> 그림의 중앙을 기준으로 우측은 일정한 주기의 신호가 반복되는 반면 좌측은 주기가 일정하지 않다.
- <8> 이와 같은 방법으로 추출된 초음파 신호 중에서 최초의 신호를 추정하고 최초에 발신된 신호의 시각과의 시간 지연을 측정해서 거리로 환산한다.
- <9> 본 발명은 미약한 신호에 반응하므로 직접파의 경우에는 최초 도달 신호가 측정하고자 하는 신호이지만 반사파을 이용하는 경우에는 측정 대상물의 주변에 흩어진 물체에서 들어오는 신호가 감지될 수 있다. 따라서 확인 가능한 범위내의 신호는 무시할 수 있는 설정이 필요하다.
- <10> 이를 위해 본 발명은 측정에서 제외 하고자 하는 거리 범위를 지정할 수 있고; 상기 지정된 범위를 초과하는 거리에 대해 측정한다.

- 11> 본 발명은 주파수를 이용하여 신호를 추출하므로 이동물체을 측정 대상으로 하는 경우 주파수가 바뀌어 수신되어 이러한 변화에 적응될 필요가 있다.
- 12> 따라서 본 발명은 이동 중인 물체을 측정 대상으로 하는 경우에 수신되는 초음파 펄스의 주파수가 달라 지는 것을 고려해서 분리하고자 하는 주파수를 변경해서 적용한다.
- 13> 본 발명에서 측정하고자 하는 거리는 매질 내에서 초음파가 진행하는 속도에 의존된다. 매질은 온도등 여러가지 원인에 의해 바뀔 수 있다. 따라서 본 발명에서는 초음파가 진행하는 매질의 음속을 측정하기 위해 알고 있는 거리에 초음파 수신장치를 두고 동일하게 발신된 초음파 신호에 대해 수신된 신호의 도달 시간을 측정하고 상기 측정값을 알고자 하는 위치에서 초음파 수신을 하는 장치에 제공한다.
- 14> 초음파을 이용한 거리 측정 장치에 있어서, 초음파 펄스 송출기; 상기 펄스에 응답하는 센서; 상기 센서로 부터 신호를 수신하는 증폭기; 상기 증폭기로 부터 특정 주파수의 신호만 선별적으로 감쇄시키는 아날로그 필터; 상기 선별된 신호를 다시 증폭하는 2차 증폭기; 상기 증폭된 아날로그 신호를 디지털 수치로 변환하는 아날로그-디지털 변환기; 상기 디지털 데이터를 저장하는 메모리; 상기 메모리에 저장된 데이터를 처리하는 디지털 신호처리기; 상기 처리기에서 처리된 결과를 표시하는 화면 표시 장치; 상기 처리기에 처리 조건을 지시하는 수치 입력 장치; 및 상기 처리기와 다른 장치간에 정보를 교환하는 통신 장치로 구성되어 있고, 상기 초음파 펄스중 최초 펄스의 송출 시각과 상기 디지털 처리기에서 산출한 최초 수신 펄스의 도착 시각의 시간 차리를 측정하는 거리 측정 장치이다.

【발명의 효과】

- 45> 미약한 신호를 충분히 증폭할 수 있으므로 장거리 측정이 가능하며 소실되는 초기 신호  
를 복원할 수 있으므로 측정 정도를 높일 수 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

초음파를 이용한 거리측정 방법에 있어서,

고유 주파수를 갖는 초음파 펄스를 송출하는 단계;

상기 송출된 초음파 펄스를 수신하는 단계;

상기 수신된 초음파 펄스의 주파수 성분을 추출하여 최초 펄스의 도착 시간을 구하는 단계를 포함하는 거리측정 방법

**【청구항 2】**

제 1 항에 있어서,

상기 초음파 펄스는 고유 주파수를 가지며, 상기 고유 주파수와 다른 주파수 특성을 갖는 잡음이 섞인 상태에서 상기 초음파 펄스의 고유주파수를 분리하여 상기 분리된 초음파 펄스 중에서 가장 먼저 수신된 초음파 펄스의 도착 시간을 거리로 환산하는 것을 특징으로 하는 거리 측정 방법.

**【청구항 3】**

제 1 항에 있어서,

고유 주파수를 추출하는 단계는,

수신된 신호를 증폭하는 단계;

상기 증폭된 신호를 아날로그 필터 회로을 거쳐 불필요한 신호를 제거 또는 약화시키는 단계;

상기 필터된 신호를 다시 증폭하는 단계;

상기 증폭된 신호를 디지털 수치로 변환하는 단계; 및  
상기 변환된 수치를 디지털 신호처리를 통해 고유 주파수를 추출하는 것을 특징으로 하  
는 거리측정 방법

#### 【청구항 4】

제 1 항에 있어서,  
측정에서 제외 하고자 하는 거리 범위를 지정할 수 있고;  
상기 지정된 범위를 초과하는 거리에 대해 측정하는 것을 특징으로 하는 거리 측정  
방법.

#### 【청구항 5】

제 1 항에 있어서,  
이동 중인 물체을 측정 대상으로 하는 경우에 수신되는 초음파 펄스의 주파수가 달라 지  
는 것을 고려해서 분리하고자 하는 주파수를 변경해서 적용하는 것을 특징으로 하는 거리 측정  
방법.

#### 【청구항 6】

초음파을 이용한 거리 측정 방법에 있어서,  
알고 있는 거리에 초음파 수신장치를 두고 동일하게 발신된 초음파 신호에 대해 수신된  
신호의 도달 시간을 측정하고 상기 측정값을 알고자 하는 위치에서 초음파 수신을 하는 장치에  
제공하는 것을 특징으로 하는 거리 측정 방법.

#### 【청구항 7】

초음파을 이용한 거리 측정 장치에 있어서,

초음파 펄스 송출기;

상기 펄스에 응답하는 센서;

상기 센서로 부터 신호를 수신하는 증폭기;

상기 증폭기로 부터 특정 주파수의 신호만 선별적으로 감쇄시키는 아날로그 필터;

상기 선별된 신호를 다시 증폭하는 2차 증폭기;

상기 증폭된 아날로그 신호를 디지털 수치로 변환하는 아날로그-디지털 변환기;

상기 디지털 데이터를 저장하는 메모리;

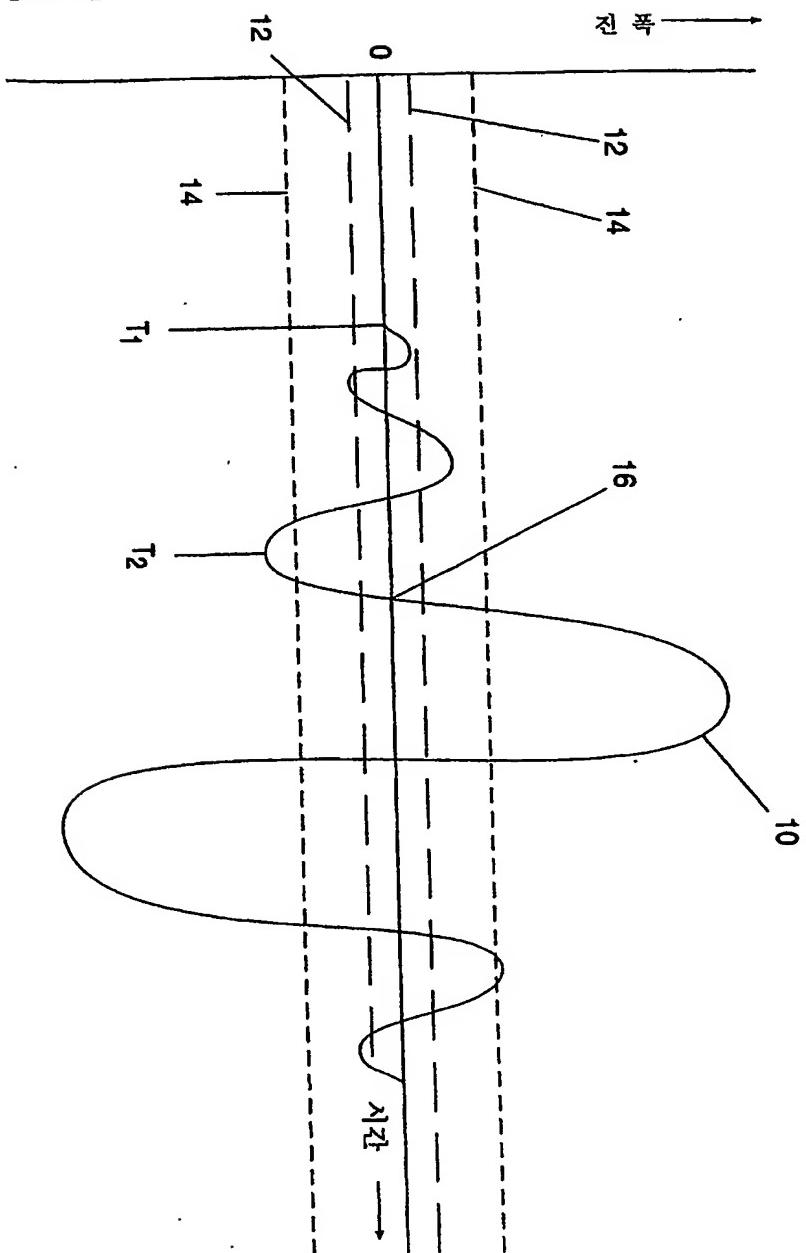
상기 메모리에 저장된 데이터를 처리하는 디지털 신호처리기;

상기 처리기에서 처리된 결과를 표시하는 출력 장치;

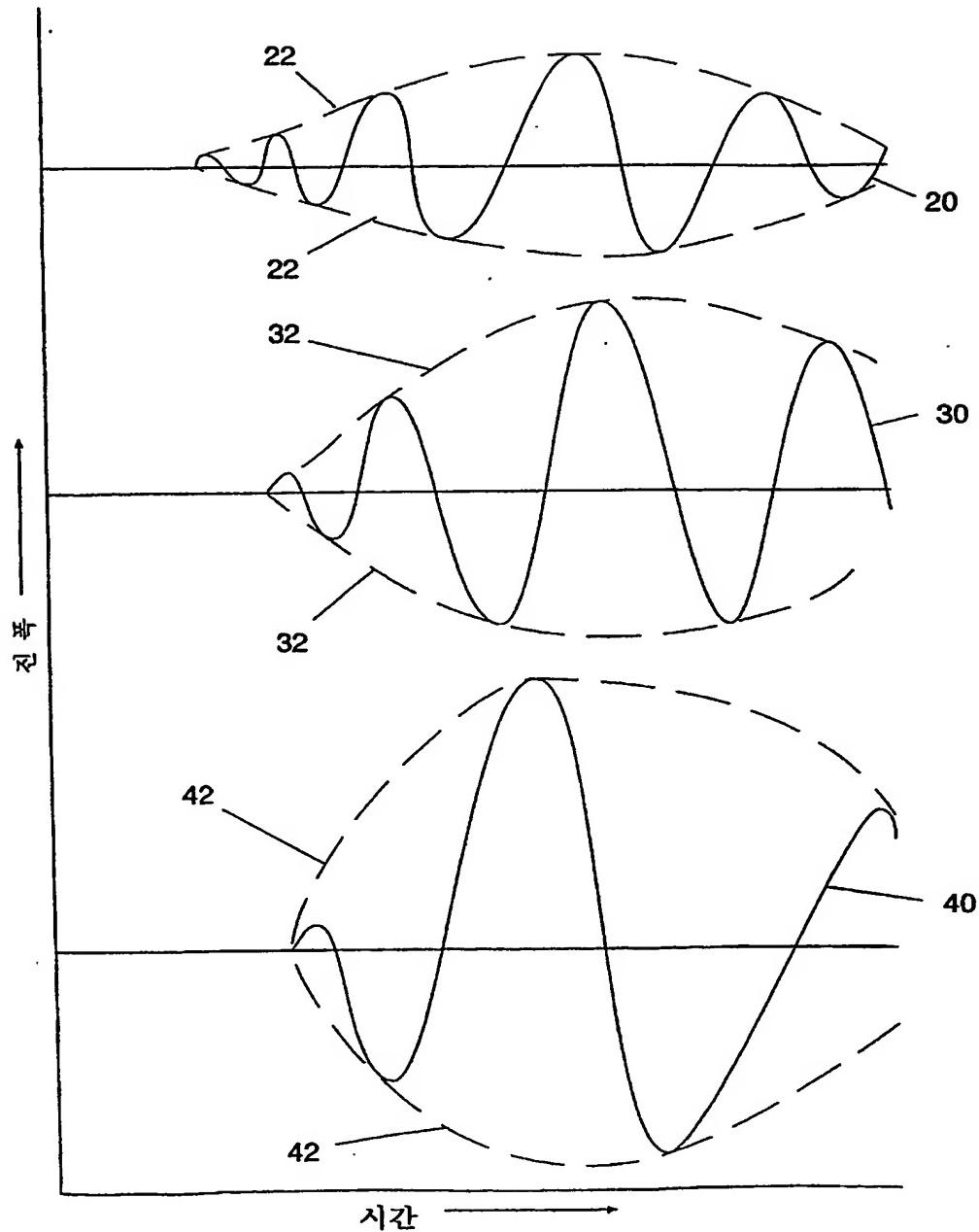
상기 처리기에 처리 조건을 지시하는 수치 입력 장치; 및 상기 처리기와 다른 장치간에 정보를 교환하는 통신 장치로 구성되어 있고, 수신된 초음파 펄스중 최초 펄스의 송출 시작과 상기 디지털 처리기에서 산출한 최초 수신 펄스의 도착 시각의 시간 지연을 측정하는 거리 측정 장치.

## 【도면】

【도 1】



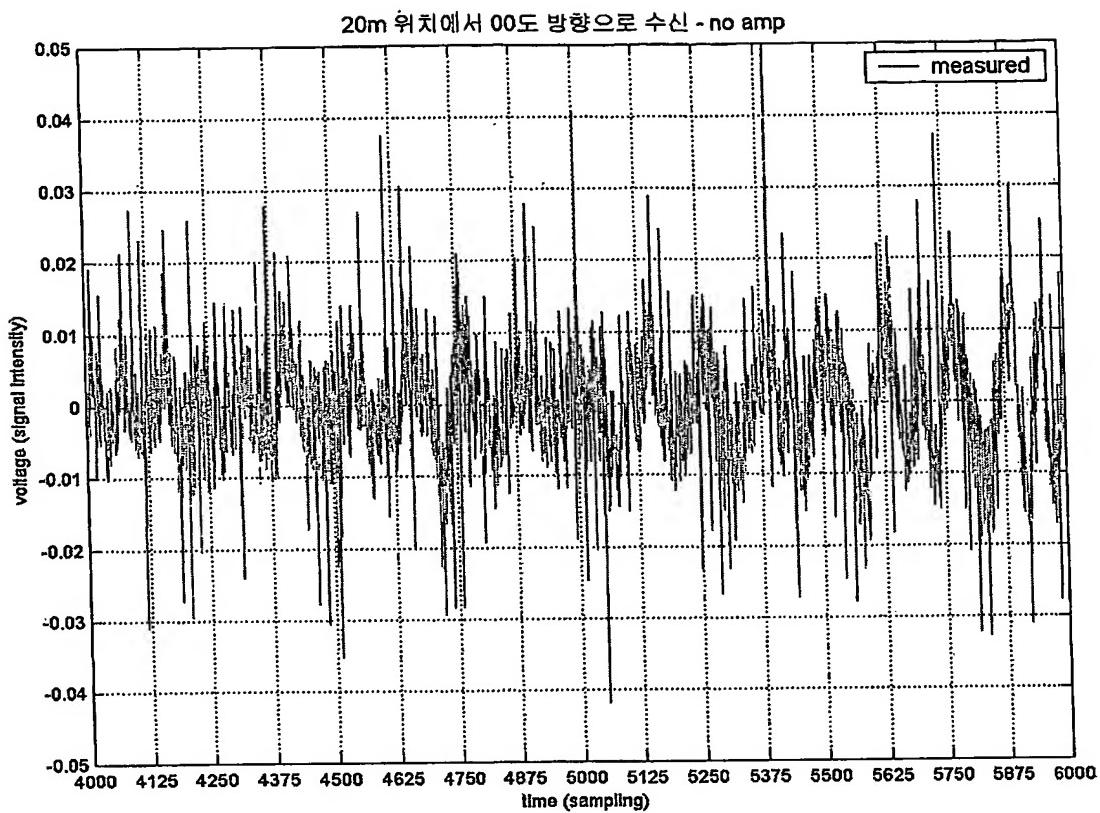
【도 2】



10200 2239

출력 일자: 2004/9/1

【도 3】



BEST AVAILABLE COPY

10200 239

출력 일자: 2004/9/1

【도 4】

